臺灣總督府

中央研究所農業部彙報

第百六號

果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究

第六報

蜜柑小實蠅の卵、幼蟲及蛹の發育速度、發育限界溫度竝に發育好適溫度に就て

臺灣總督府中央研究所

昭和九年十二月

本彙報は蜜柑小實蠅の卵、幼蟲及蛹の發育速度、發育限界温度竝に發育好適温度に就て實驗したる結果を錄載せるものにして曩に彙報として數次刊行せし「果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究」第六報として玆に之を印刷に附す。

昭和九年十二月

臺灣總督府中央研究所農業部長

農學博士　澁谷紀三郎

臺灣總督府中央研究所 農業部彙報 第百六號

果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究

第六報

蜜柑小實蠅の卵、幼蟲及蛹の發育速度、發育限界溫度竝に發育好適溫度に就て

目次

I 緒論……1
II 研究方法……2
III 實驗結果……3
IV 考察……8
V 要結……10

果實蠅の生育に及ぼす低溫の影響に關する研究

第六報　蜜柑小實蠅の卵,幼蟲及蛹の發育速度,發育限界溫度竝に發育好適溫度に就て*

囑託　小　泉　清　明

I 緒　　論

蜜柑小實蠅 (*Chaetodacus ferrugineus* Fabricius) は果實類の大害蟲にして、本島に於ては椪柑、雪柑、桶柑、文旦、朱欒、檬果、枇杷、李、蒲桃、蓮霧、蕃石榴等が幼蟲の喰害に因りて年々蒙る被害額は甚大なり。

最近發表せられたる素木技師の報告（臺北帝國大學理農學部紀要第八卷、昭和八年）に據れば、本種の分布地はセイロン、印度、ジャバ、南支那、アムボイナ、臺灣、沖繩等とし、この中臺灣に棲息するものは上記の變種 *Chaetodacus ferrugineus var. dorsalis* Hendel, 沖繩に見出さるゝものは同じく變種 *C. f. var. okinawanus* Shiraki にして、其北限分布地は鹿兒島縣奄美大島なりといふ。又牧茂市郎氏（臺灣總督府殖産局出版第二六二號）の寄主植物の原產地より考證したる結果に據れば、蜜柑小實蠅の原產地は印度又は馬來半島の如しと。斯の如く本果實蠅の原產地又は現今の棲息地は何れも熱帶又は亞熱帶に屬する地方にして、寒帶は勿論溫帶地に於ても之が採集の記錄なし。この事實は本種と分類學上近緣にして胡瓜科植物を加害する瓜實蠅 (*Chaetodacus cucurbitae* Coquillett) にも適用せらるゝものにして、三宅恒方氏及素木技師の詳細なる調査に據りても、兩種の果實蠅は本邦內地に於ては本州は勿論四國及九州本土にも之を發見する事能はざりきといふ。

---

* 熱帶農學會誌　第六卷　第四號別刷

以上の如き關係により、輸出入植物取締法は是等の果實蠅棲息地よりの熱帶果實の內地輸移入を厳禁し、臺灣よりは僅に柑橘果のみ島內及內地陸上港の嚴重なる二重檢査を經て移出を許可せらるゝの狀態にありて、關係業者の受くる不便尠からざるものあり。

是等の果實蠅が成蟲自身の飛翔性に因り、又は被害果の運搬等の爲に內地諸地方に移入せらるゝ機會往時より相當多しと想像せらるゝに係らず、現在之を發見せざるは、內地に於ては是等の生育繁殖を阻害する何等かの條件の存在するものと考へざるべからず。この條件の影響を研究し、內地に於ける生育繁殖の可能なりや否やを判定する事は、本島特產熱帶果實の內地移出手續の問題を解決する爲に極めて重要にして、又同時に純學術上より云ふも昆蟲分布制限の理由を闡明にするものとして頗る興味多き問題なりとす。

以上の理由の下に余は內地臺灣間の生活條件の最顯著なる差異として溫度の影響特に冬期內地の特徵たる低溫が是等の果實蠅の生育に如何なる影響を及ぼすものなるやの研究に着手し、瓜實蠅に就ては若干の研究結果を得、既に 5 回に亙りて其成績を公表し、目下尙之が研究を繼續中なり。

他方蜜柑小實蠅に就ても同時に研究を開始せんと欲したるも、本種は瓜實蠅に反し、果實 1 箇當りの寄生幼蟲數僅少にして、多くは數頭、10 頭を超ゆること稀なる爲、野外よりの被害果採收にては供試頭數を充す能はず、爲に人工繁殖を企圖したるも成蟲の飼育並に產卵困難なる爲容易に目的を達せざりしが、昭和七年秋より漸く多數の飼養に成功し、常時成蟲數大約 1000 頭每日の產卵數 30 頭に及びたるを以て瓜實蠅と平行に研究に着手するを得たり。

本報告に於ては曩に瓜實蠅に對して施行せると同樣に、蜜柑小實蠅に就て、其自然生活に於て經驗する種々の溫度に於ける卵、幼蟲及蛹の發育狀況特に其速度を檢し、更に日常經驗せざる高溫並に低溫に於ける發育狀態を調査して發育限界溫度を知る爲に行ひたる研究結果を、特に瓜實蠅に比較して報告せんとす*。

本研究實施に當り瓜實蠅の場合と同樣に終始懇篤なる指導を受けたる技師農學博士素木得一氏、飼育材料を惠贈せられたる技師櫻井芳次郎氏並に眞摯なる助力を得たる臺北帝國大學助手柴田喜久雄氏に對し衷心より感謝の意を表す。

II 研究方法

研究方法は曩に瓜實蠅に就て施行したる方法と同樣なれば詳細なる記述を省略し、特に重要なる事項は實驗結果の項に述ぶる事とす。

* 本報告に就ては特に瓜實蠅の發育速度に關する報告熱帶農學會誌第五卷及當部彙報第九十四號を參照せられたし。

III 實驗結果

〔I〕 種々の溫度に於ける發育日數

蛹が發育して羽化に至る迄の日數及卵が孵化し幼蟲期を經て蛹化に至る迄の日數を調査せり。後者の場合は卵の孵化に至る迄及孵化直後の幼蟲が蛹化に至る迄の日數を分離して調査するを至當とするも、卵及孵化直後の幼蟲の取扱ひ困難なる爲、兩者を分離する事なしに繼續して調査する事とせり。從つて後者の記述は便宜上（卵十幼蟲）の發育とす。

甲、蛹

同一日、同一時刻に幼蟲より轉化せる蛹を攝氏 10° より 2° 置きに 38° 迄（但 11° を加ふ）恒溫器中の砂中に收容して、蛹化に至る日數を調査せり。蛹化所要發育日數と個體數（供試頭數は各溫度に就き 60 頭以上にして雌雄混合とす）の關係を表示すれば次表の如し。

第一表

種々の溫度に於ける蜜柑小實蠅蛹の羽化所要日數一覽表

溫度 / 發育日數	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
7										2	2	1	3	
8								7	5	18	22	25	4	
9								21	19	22	14	20	5	1
10							1	12	12	5	7			
11							7	1		1				
12							12	1						
13							2	1						
14						8	1							
15					2	20	1							
16					5	1								
17					7									
18					4									
19					1									
20					2									
24				1										
25				3										
26				5										
27				7										
28				6										
29				1										
30			1											
31			2											
32			4											
33			6											
34			4											
35			1											
36			1											
40		1												
41		1												
42		1												
43		1												
64	1													
合計	1	4	19	23	21	29	24	43	36	50	44	46	21	1

10° 及 38° に於ては各々 3 回の實驗を繰返したるも、羽化するもの皆無なれば表には兩温度を削除せり。

同一時刻に蛹化したる蛹も同一時間内に羽化する事なく個體に依りて遲速ある事、この發育不齊の事實が高温より低温に於て顯著なる事、及温度高き程羽化に要する日數短く低き程長き事實等凡て瓜實蠅の場合と同樣なり。本表より供試個體の平均、最長及最短發育日數を瓜實蠅に比較して表示すれば第二表の如し。

第　二　表

蜜柑小實蠅及瓜實蠅蛹の發育日數

温度	蜜柑小實蠅			瓜實蠅
	平均發育日數	最長發育日數	最短發育日數	平均發育日數
10	不發育	不發育	不發育	64.17
11	64	64	64	—
12	41.5	43	40	42.12
14	32.9	36	30	25.33
16	24.6	29	24	20.05
18	17.1	20	15	14.66
20	14.5	16	14	12.17
22	11.9	15	10	10.56
24	9.3	13	8	9.25
26	9.2	10	8	8.35
28	8.7	11	7	7.99
30	8.6	10	7	6.31
32	8.4	9	7	6.77
34	8.2	9	7	6.75
36	9	9	9	7.00
38	不發育	不發育	不發育	不發育

發育日數の平均値を見るに、蜜柑小實蠅蛹の羽化に至る日數は氣温に因りて大差あり、24° 乃至 36° 迄本島夏期の氣温に相當する温度に於ては 10 日以内、18° 乃至 22° 春又は秋に相當する温度に於ては 10-20 日、16° 以下卽ち冬期に屢々見る温度に於ては 20 日以上 40 日の長期にわたり、11° の低温に於ては實に 60 日の日數を必要とす。この平均發育日數を曩に調査したる瓜實蠅に比較するに、蜜柑小實蠅は瓜實蠅に比して 12° に於ける例外を除けば何れも日數長く、20° 以上に於ては約 1-2 日、14-18° に於ては 3-5 日何れも瓜實蠅より長期の日數を羽化に要す。

乙、卵十幼蟲

蜜柑小實蠅の卵も瓜實蠅と同樣被害果より取出して數を調査する事困難なれば、產卵したる果實をそのまゝガラス容器に入れ、恒温器に收容し蛹化に至る日數を調査したる故供試卵數は全く不明なり。產卵果實從つて幼蟲が恒温器中にて飼育されたる果實は文旦、檬果及蕃石榴なり。得たる結果の一覽表を次に揭ぐ（第三表）。但 10°, 36° 及 38° に於ては各々 3 回宛の試驗を施行したるも、蛹に到達するもの皆無なりし爲表には是等の温度を記載せず。

第　三　表

種々の温度に於ける蜜柑小實蠅（卵十幼蟲）の蛹化所要日數一覽表

温度 / 發育日數	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
7								10	2	6	4	6	1
8								16	12	15	10	16	12
9							9	74	27	62	37	21	10
10							11	241	41	46	34	13	20
11						17	14	77	38	26	2	8	32
12						37	10	14	12	14		12	19
13						23	30	7	3	10		8	37
14					1	22	5	1	3	4		1	11
15				1	3	7	1	2	1	2		2	1
16				2	4	3	1					1	
17				6	6	1	1					1	
18				4	4	2	1						
19				3	3	3							
20			3	6	1								
21			14	6	1								
22			8	1	1								
23			3	4									
24			3	2									
25			3	2									
26		4	1	1									
27		5	2										
28		91	1										
29		103											
30		86											
31		91											
32		57											
33		39											
34		9											
35		12											
36		7											
37		8											
41	1												
43	1												
44	1												
47	1												
合計	4	512	38	38	24	115	83	442	139	185	87	89	143

卵及幼蟲期間は蛹期間と同じく高温に於て短く低温に於て長し。但個體に因る發育日數の變異は蛹よりも遙に大きく、高温に於ても發育は著しく不齊なり。第四表に發育日數の平均最長及最短値を示す。

第　四　表

蜜柑小實蠅及瓜實蠅卵＋幼蟲の發育日數

溫度	蜜柑小實蠅 平均發育日數	蜜柑小實蠅 最長發育日數	蜜柑小實蠅 最短發育日數	瓜實蠅 平均發育日數
10	不發育	不發育	不發育	不發育
11	42.8	47	41	—
12	30.4	37	26	22.42
14	22.5	28	20	23.19
16	20.0	26	15	17.61
18	17.4	22	14	12.37
20	13.1	19	11	7.78
22	11.9	18	10	7.00
24	10.0	15	7	6.00
26	10.3	15	7	5.39
28	10.0	15	7	5.28
30	9.2	11	7	4.18
32	10.1	16	7	3.93
34	11.4	15	7	4.09
36	不發育	不發育	不發育	不發育
38	不發育	不發育	不發育	不發育

第　五　表

蜜柑小實蠅及瓜實蠅が卵より成蟲に至る所要平均發育日數

溫度	蜜柑小實蠅	瓜實蠅
11	106.8	—
12	71.9	64.5
14	55.4	48.5
16	44.6	37.7
18	34.5	27.0
20	27.6	20.0
22	23.8	17.6
24	19.3	15.3
26	19.5	13.7
28	18.7	13.3
30	17.8	10.5
32	18.5	10.7
34	19.6	10.8

產下直後の卵が幼蟲期を經て蛹に達する日數の平均は、22° 以上 34° 迄は約 10 日、14 乃至 20° にては 15–20 日、11–12° の低溫に於ては 30–40 日なり。瓜實蠅に比すれば 22° 以上に於て約 5–7 日、12–20° に於ては約 5–10 日蜜柑小實蠅の生長は緩漫なり。

丙、卵→成蟲

產下直後の卵が幼蟲及蛹期を經て成蟲に到達する發育を卵→成蟲の發育と稱し、前掲第二表及第四表に示したる蛹及卵＋幼蟲期間の和を以て卵→成蟲の所要發育日數とし、之を左に表示す。

第　六　表

蜜柑小實蠅の平均比較發育速度

溫度	蛹	卵＋幼蟲	卵→成蟲
10	0	0	0
11	1.56	2.33	0.93
12	2.41	3.29	1.39
14	3.04	4.44	1.81
16	4.07	5.00	2.24
18	5.85	5.75	2.90
20	6.90	7.63	3.63
22	8.40	8.40	4.20
24	10.75	10.00	5.18
26	10.87	9.71	5.13
28	11.49	10.00	5.35
30	11.63	10.87	5.62
32	11.91	9.80	5.41
34	12.20	8.77	5.10
36	11.11	0	0
38	0	0	0

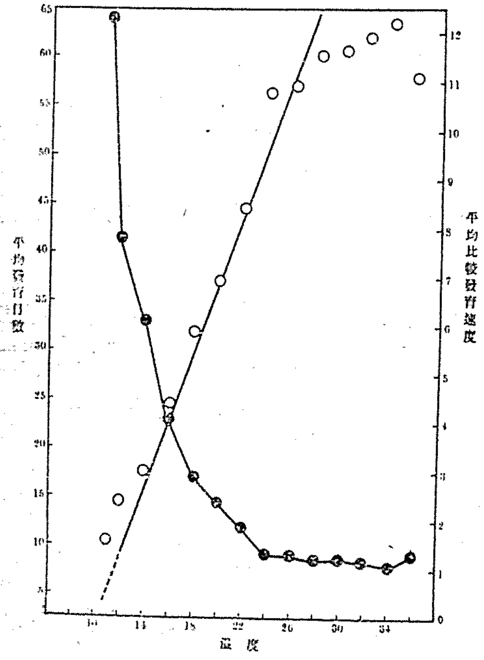
蜜柑小實蠅の卵が成蟲に到達するに要する日數の平均は、24° 以上大體夏期の氣溫と目せらるゝ溫度に於ては約 20 日にして瓜實蠅より 5–10 日長く、20–24° 卽ち春又は秋に該當する溫度に於ては 20–30 日にして同じく 5–10 日長く、18° 以下卽ち冬期に相當する溫度に於ては 40–70 日にして瓜實蠅の 30–60 日に比すれば約 10 日長き日數を必要とす。

〔II〕 種々の溫度に於ける發育速度

種々の溫度に於ける發育の遲速は發育速度の算出に依りて一層明瞭に知る事を得。次表は平均發育日數を 100 なる數にて除したる平均比較發育速度の値にして、溫度の上昇と共にその値を增加する事明なり。

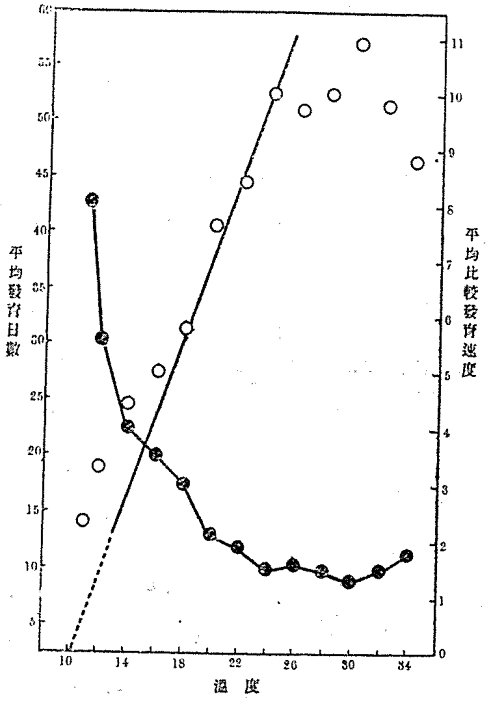
次に以上に表示したる發育日數及比較發育速度の平均値を圖示す。

第　一　圖



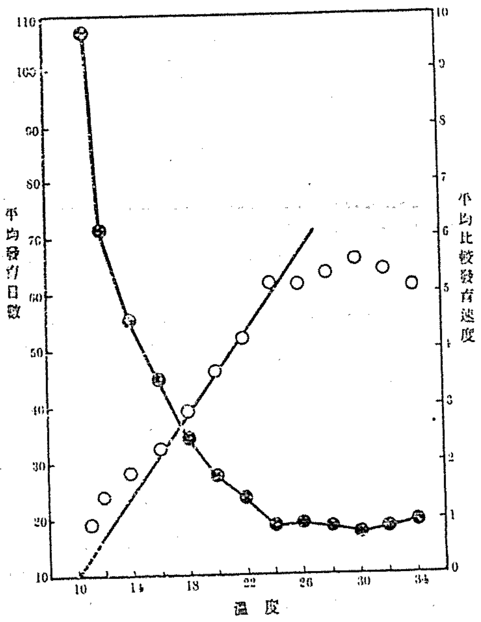
蜜柑小實蠅蛹の平均發育日數（●印）と平均比較發育速度（○印）

第　二　圖



蜜柑小實蠅卵＋幼蟲の平均發育日數（●印）と平均比較發育速度（○印）

第三圖



蜜柑小實蠅卵→成蟲の平均發育日數（●印）
と平均比較發育速度（○印）

IV 考察

〔I〕 積算溫度

第一、第二及第三圖を見るに蜜柑小實蠅の發育速度の溫度上昇に對する增加は略直線的なり。この直線は瓜實蠅の場合と同樣に

$$V = aT + V_0$$

を以て表さる。玆に V は發育速度、T は溫度、a 及 V は常數にして前者は溫度係數、後者は溫度攝氏零なる時の發育速度の理論的算出値なり。圖形算に依りて上式の常數 a 及 V_0 を求めて之を瓜實蠅に比較すれば次の如し。

第七表

蜜柑小實蠅及瓜實蠅の發育と溫度との關係式に於ける常數の値

發育期	蜜柑小實蠅			瓜實蠅		
	a	V_0	T_0	a	V_0	T_0
蛹	0.67	-6.7	10.00	0.76	-7.0	9.26
卵＋幼蟲	0.72	-7.3	10.14	1.20	-12.6	10.56
卵→成蟲	0.36	-3.6	10.00	0.44	-4.1	9.36

恒數 a は發育速度が溫度の變化に對して變化する割合を示せるものなれば、この値の大なるもの程發育が溫度變化に敏感なる事を示すものなり。故に上表に於て蜜柑小實蠅の a の値が瓜實蠅より小なる事は、前者は後者より溫度の上昇又は下降に對して鈍感に反應し其發育速度の變化少き事を示すものなり。

次に上式より誘導したる式

$$D(T - T_0) = K$$

より有效積算溫度 K を求めて瓜實蠅と比較を行ふ（第八表）。玆に D は發育日數、T_0 は發育速度零なる時の溫度の値にして、$-\frac{V_0}{a}$ に相當するものなり。この値は第七表に示せる如く蜜柑小實蠅は蛹に於て稍瓜實蠅より高く幼蟲に於ては稍低し。

表より發育日數と溫度との相乘積卽ち有效積算溫度は一定溫度範圍に於ては略一定なる事を知る。今この溫度範圍內に於ける積算溫度の平均値を示せば第九表の如し。

第八表

蜜柑小實蠅の平均有效積算溫度

溫度	蛹	卵＋幼蟲	卵→成蟲
11	64	36.8	106.8
12	83	56.5	143.8
14	131.6	86.9	221.6
16	147.6	117.2	267.6
18	136.8	136.8	276
20	145	129.2	276
22	142.8	141.1	285.6
24	130.2	138.6	270 2
26	147.2	163.4	312
28	156.6	178.6	336.6
30	172	182.7	356
32	184.8	220.8	407
34	196.8	272	470.4
36	234	—	—

第九表

積算溫度の平均値

發育期	蜜柑小實蠅		瓜實蠅	
	溫度範圍	積算溫度	溫度範圍	積算溫度
蛹	14-28	142.2	16-30	132.5
卵＋幼蟲	16-24	132.6	14-32	84.8
卵→成蟲	16-24	275.1	14-30	228.8

平均積算溫度は何れの場合も瓜實蠅より大きく、蛹は 1,07 倍、卵＋幼蟲は 1.56 倍、卵→成蟲は 1.2 倍大なり。之によりて蜜柑小實蠅の生長は瓜實蠅より緩漫なる事を知る。上表の溫度範圍より低溫部に於ては積算溫度の値は比較的小さく、反對に高溫範圍に於ては大なり。之は低溫範圍に於ては發育を完了するに要する日數が割合に短く、高溫範圍に於ては割合に長き爲なり。

〔II〕 發育有效溫度竝に發育限界溫度

蛹化直後の蛹が羽化し得る溫度範圍は 11° 乃至 36° の範圍にして、10° 以下竝に 38° 以上の溫度に於ては成蟲に到達し得ず。又卵が幼蟲期を經て蛹に到達し得る溫度範圍は 11° 乃至 34° にして、10° 以下竝に 36° 以上に於ては蛹に到達する事能はず。卵より成蟲に達し得る溫度範圍は 11° 乃至 34° にして 10° 以下又は 36° 以上に於ては蜜柑小實蠅は世代を繼續する事を得ず。之等の發育限界溫度卽ち 10° 及 36° 又は 38° に就ては何れも 3 回宛の實驗を繰返したるも、何れも發育するものを認めざりき。但之等の事實は何れも自然棲息溫度より急激に目的溫度の定溫器に收容して得たる結果なれば、上述の限界は漸進的に溫度を上昇又は下降して目的溫度に飼育せば、或は變化する事あるやも知れず。この點に關しては目下瓜實蠅に就て硏究施行中なれば追て報告すべく、蜜柑小實蠅に就ても同樣硏究を行ふ豫定なり。瓜實蠅の發育限界溫度は蛹は 9° 卵＋幼蟲は 9° 又は 10° なれば、低溫限界は蜜柑小實蠅の方高し。換言すれば蜜柑小實蠅は瓜實蠅より稍低溫に弱しと云ふ事を得。理論的に算出したる發育零點卽ち T_0 の値を比較しても此事實は了解せらる（第七表參照）。高溫限界は瓜實蠅蛹は 38° 卵＋幼蟲は 36° にして、蜜柑小實蠅と蛹は同溫なるも、卵＋幼蟲は 2° 瓜實蠅の方高し。故に蜜柑小實蠅は瓜實蠅に比して異常溫度に對する抵抗力稍小なりと云ふべく、又發育可能の溫度範圍狹しと稱するを得。

〔III〕 發育好適溫度

本硏究に於ては別に羽化率及蛹化率を調査せざりし故正確なる判定は下し得ざるも、第一表に見る如く蛹の場合は約 60 頭以上の供試數の中、12° 以下及 34° 以上の溫度に於ては羽化したる頭數極めて少く良好なる羽化率を示す溫度は 14-32° の範圍なり。卵＋幼蟲は供試數全

く區々なる爲蛹化率の大小は全く知る事を得ざるも、11° の結果は極めて悪率なり。故に羽化率及蛹化率より判斷すれば、蛹の發育好適溫度は 16° 乃至 34° の範圍にして、卵＋幼蟲の場合は 12° 以上の溫度なり。

又 SHELFORD 教授に從ひ發育速度が溫度の上昇に對して直線的增加を爲す溫度範圍、換言すれば積算溫度の値が略一定なる溫度範圍を、昆蟲の生長を正常に進行せしむべき溫度範圍と見做せば第九表に表示したる如く、蛹は 14–28°、卵＋幼蟲は 16–24°、卵より成蟲に至る間は 16–24° の極めて狹き範圍なり。

而して又發育速度の最大なる溫度を假に發育最適溫度と見做せば、蛹の場合は 34°、卵＋幼蟲は 30°、卵→成蟲は同じく 30° なり。

之を要するに蜜柑小實蠅の生育に好適なる溫度範圍は比較的狹少にして、大約 15° 乃至 30° の範圍なりと稱し得べし。

V 要　　結

攝氏 10° より 2° 置きに 38° 迄（但 11° を加ふ）の人爲的恒溫度に於て、蜜柑小實蠅の發育狀況と溫度との關係に就て實驗したる結果を摘要すれば次の如し。

1. 發育有效溫度範圍は卵＋幼蟲期は11°–34°. 蛹期は 11°–36°. 卵→成蟲は 11°–34° なり。

2. 卵＋幼蟲は 10° 以下 36° 以上、蛹は 10° 以下 38° 以上の溫度に於ては何れも次の發育期に到達し得ず。

3. 卵＋幼蟲の蛹化率良好なる溫度範圍は 12° 以上（高溫限界は不明）、蛹の羽化率良好なる範圍は 14°—32° の範圍なり。

4. 夫々の發育を完了するに要する發育日數は、溫度の上昇と共に短縮し、從つて發育速度は高溫に大、低溫に於て小なり。

5. 發育速度の個體的變異は蛹は明に低溫範圍に於て大なりしも、卵＋幼蟲の場合は溫度に依りて差異なかりき。

6. 發育速度は卵＋幼蟲期は 16°–24° 蛹期は 14°–28° 卵→成蟲は 16°–24° の範圍に於て、溫度の上昇に對して直線的增加を爲す。從つて是等の溫度範圍に於ては發育有效積算溫度は略一定なり。是等の溫度範圍外の低溫に於ては、發育速度は比較的大にして、高溫範圍に於ては比較的小なり。

7. 發育速度の最大なる溫度は卵＋幼蟲は 30° 蛹は 34° 卵→成蟲は 30° なり。

8. 蛹化又は羽化率の大小、發育速度の大小及發育の齊否等より判斷すれば、蜜柑小實蠅の發育に好適なる溫度は大約 15° 乃至 30° の範圍なりと見做し得べし。